

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/085836 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01N 33/00**

**FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001099

(22) Internationales Anmeldedatum:  
31. Januar 2005 (31.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 009 870.0  
26. Februar 2004 (26.02.2004) DE

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WANNER, Thomas** [DE/DE]; Bgm.-Götz-Strasse 8, 86529 Schwabenhausen (DE). **RODLER, Norbert** [DE/DE]; Erlenstr. 3, 85406 Zolling (DE). **RIEBLINGER, Klaus** [DE/DE]; Heilmaierstr. 9, 85406 Zolling (DE). **HUBENSTEINER, Thomas** [DE/DE]; Vöttinger Str. 61A, 85354 Freising (DE).

(74) Anwalt: **PFENNING MEINING & PARTNER GBR**; Joachimstaler Str. 10-12, 10719 Berlin (DE).

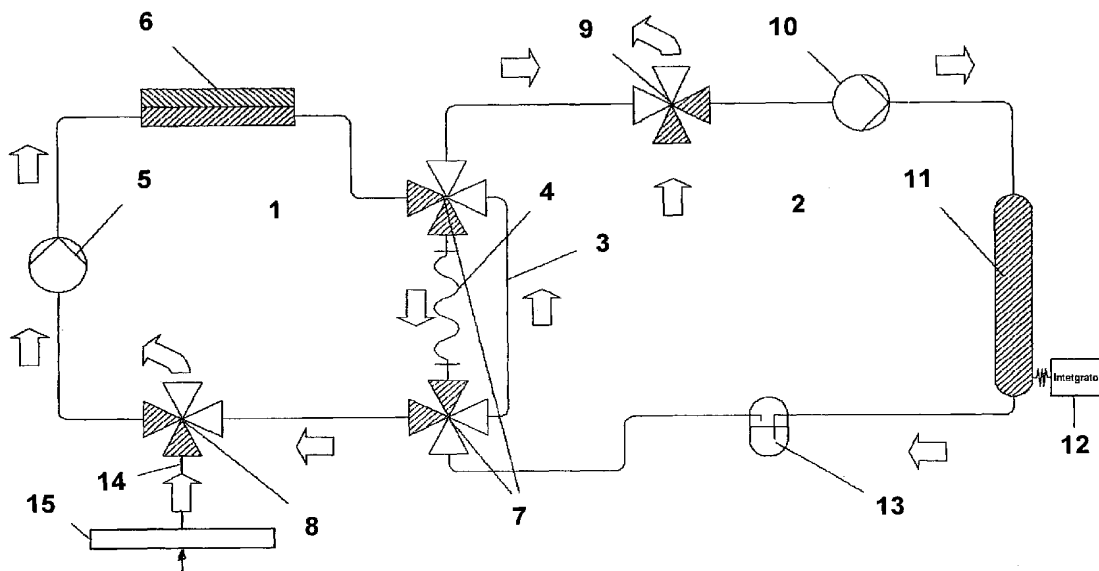
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN**

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CHARACTERIZING OSI MATERIALS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR CHARAKTERISIERUNG VON OSI-MATERIAL



(57) Abstract: The invention relates to a method and device for characterizing OSI materials wherein the material is arranged in a measuring cell and is exposed to a gas mixture containing oxygen. A defined part of the volume of the gas mixture is measured with regard to the concentration of oxygen in a measuring circuit after a specific time or at specific intervals of time, said concentration and time component characterizing the OSI material. The OSI material in the measuring cell is exposed to a gas mixture which is circulated in a closed reaction circuit and the defined volume part is conducted to the measuring circuit containing the gas in order to measure the concentration of oxygen.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/085836 A1



KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

**(57) Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Charakterisierung von OSI-Materialien vorgeschlagen, bei dem das Material in eine Messzelle eingebracht wird und einem Sauerstoff enthaltenden Gasgemisch ausgesetzt wird. Nach einer bestimmten Zeit oder in bestimmten Zeitintervallen wird ein definierter Volumenteil des Gasgemischs hinsichtlich seiner Sauerstoffkonzentration in einem Messkreis gemessen, die zusammen mit der Zeitkomponente eine Charakterisierung für das OSI-Material darstellt. Das OSI-Material in der Messzelle wird dem in einem geschlossenen Reaktionskreislauf umgewälzten Gasgemisch ausgesetzt und der definierte Volumenteil wird in den Gas enthaltenden Messkreislauf zur Messung der Sauerstoffkonzentration überführt.

Verfahren und Vorrichtung zur Charakterisierung von  
OSI-Material

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Charakterisierung von OSI-Material nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs und eine entsprechende Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Nebenanspruchs.

10 Es sind verschiedene analytische Geräte bzw. Verfahren zur Charakterisierung von unter dem Begriff OSI-Materialien fallenden O<sub>2</sub>-Scavenger bekannt. In der Gas-Chromatographie wird beispielsweise eine bestimmte Menge eines O<sub>2</sub>-Scavengers einem Gasgemisch ausgesetzt, das Sauerstoff enthält. Nach einer gewissen  
15 Zeit, in der der O<sub>2</sub>-Scavenger Sauerstoff aus dem Gasgemisch abbaut, wird eine bestimmte Menge des vorhandenen Gasgemischs einer Messeinrichtung zugeführt, in der das zu analysierende Gas über eine Trennsäule vom Gasgemisch separiert und über einen Detektor, z.B.  
20 einem Helium Pulsed-Discharged-Detektor quantifiziert

wird.

Weiterhin sind beispielsweise elektrochemische Verfahren, wie z.B. O<sub>2</sub>-sensitive Elektroden, die über eine elektrochemische Reaktion die Sauerstoffänderung in einem Kompartiment detektieren. Auch gibt es Druckmessverfahren, bei denen über einen Drucksensor die Druckänderung in einem starren Kompartiment detektiert wird. Dabei ist die Druckänderung direkt proportional zur durch den O<sub>2</sub>-Scavenger hervorgerufenen Sauerstoffänderung. Außerdem ist die Fluoreszenz-Messtechnik anwendbar, bei der die Fluoreszenzlöschung eines aktiv angeregten O<sub>2</sub>-sensitiven Farbstoffs detektiert wird. Die Fluoreszenzlöschung ist indirekt proportional zur Sauerstoffkonzentration.

Zur Charakterisierung von O<sub>2</sub>-Indikatoren, die ebenfalls ein OSI-Material darstellen, gibt es derzeit keine spezielle Messtechnik.

O<sub>2</sub>-Scavenger sind Stoffe, die Sauerstoff absorbieren und/oder adsorbieren. Die derzeit am Markt etablierten Systeme lassen sich primär nach dem O<sub>2</sub>-Scavenger-Substrat und nach ihrem Initialisierungsmechanismus klassifizieren. Bei der Klassifizierung durch das O<sub>2</sub>-Scavenger-Substrat wird unterschieden nach anorganischen O<sub>2</sub>-Scavenger, z.B. eisenbasierte oder sulfitbasierte Systeme, nach niedermolekularen organischen O<sub>2</sub>-Scavenger, z.B. ascorbatbasierte Systeme und nach hochmolekularen organischen O<sub>2</sub>-Scavengern (z.B. polyolefinbasierte oder polyamidbasierte Systeme). Die O<sub>2</sub>-Scavenger werden entweder UV-initialisiert oder Feuchte-initialisiert. Das bedeutet, dass die O<sub>2</sub>-Scavengerfunktion erst nach einer Exposition mit UV-Licht bzw. Feuchte vorhanden ist.

Indikatorsysteme im Allgemeinen lassen sich in Zeit-Temperatur-Indikator- (Time-Temperature-Indicator (TTI)), "Gas/Leakage-Indicator"- und "Freshness-Indicator"-Systeme einteilen. Zeit-Temperatur-Indikatoren integrieren die Zeit-Temperaturgeschichte eines Produktes und machen somit eine direkte Aussage über dessen Lagerbedingungen. Die Indikatorwirkung wird durch eine chemische Reaktion oder durch gegenläufige Diffusion zweier Farbstoffe bewirkt.

"Gas/Leakage-Indikatoren" detektieren die Gaskonzentration, z.B.  $O_2$ ,  $CO_2$  oder  $H_2O$  im Verpackungsraum eines Produktes. Sie machen somit eine indirekte Aussage über die Qualität des Produktes. Die Indikatorwirkung wird durch eine chemische Reaktion mit dem entsprechenden Gas als Reaktand hervorgerufen. "Freshness-Indikatoren" detektieren die Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen und machen somit eine direkte Aussage über die Qualität des Produktes. Die Indikatorwirkung wird durch eine chemische Reaktion der Stoffwechselprodukte hervorgerufen. Alle genannten Indikatorsysteme geben ihre Indikatorwirkung durch einen sichtbaren Farbumschlag wieder.

OSI-Materialien, nämlich  $O_2$ -Scavenger,  $O_2$ -Indikatoren oder  $O_2$ -Scavenger/ $O_2$ -Indikatorsysteme finden in der Lebensmittelindustrie, der pharmazeutischen Industrie, der Elektronikindustrie, der chemischen Industrie und anderen Anwendung. Um diese OSI-Materialien in ihrer Menge, ihrer Wirkung und anderen Parametern an die Anforderungen der entsprechenden Zielsetzungen anpassen zu können, ist es notwendig, das jeweilige OSI-Material zu charakterisieren, wobei die Grundlage der Charakterisierung die Sauerstoffkonzentration in Bezug auf eine Zeitkomponente ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein

Verfahren und eine Vorrichtung zur Charakterisierung von OSI-Materialien zu schaffen, mit denen in relativ einfacher Weise und mit großer Empfindlichkeit OSI-Materialien, einschließlich O<sub>2</sub>-Indikatoren charakterisiert werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs sowie des Nebenanspruchs in Verbindung mit deren Oberbegriffen gelöst.

Dadurch, dass das OSI-Material in einer Messzelle aufgenommen ist, die in einem geschlossenen Reaktionskreislauf einem Sauerstoff enthaltenden Gasgemisch ausgesetzt wird und ein definierter Volumenteil in einem Gas enthaltenden Messkreislauf zur Messung der Sauerstoffkonzentration überführt wird, kann die Sauerstoffkonzentration in empfindlicher Weise gemessen werden. Durch den geschlossenen Reaktionskreislauf können sehr geringe Konzentrationen wirksam erfasst werden. Die entsprechende Vorrichtung ist einfach aufgebaut und gut zu handhaben.

Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen möglich.

Besonders vorteilhaft ist, dass dem geschlossenen Reaktionskreislauf über eine externe Befeuchtungseinheit Feuchte zugeführt werden kann, durch die der O<sub>2</sub>-Scavenger initialisiert werden kann. Dadurch kann eine Charakterisierung des O<sub>2</sub>-Scavengers bei jeder beliebigen relativen Feuchte durchgeführt werden.

Durch Vorsehen einer für vorgegebene Wellenlängenbereiche, z.B. UV/VIS oder sichtbares Licht durchlässige Messzelle kann der in der Messzelle enthaltende

O<sub>2</sub>-Scavenger mit UV-Strahlung beaufschlagt werden und dadurch initialisiert werden.

Bei Vorsehen eines O<sub>2</sub>-Indikators und/oder eines O<sub>2</sub>-Scavenger/O<sub>2</sub>-Indikatorsystems kann dessen Farbe bzw. Farbänderung gemessen werden, die zur Charakterisierung des O<sub>2</sub>-Indikators bzw. des Systems verwendet werden.

Dadurch, dass die Bauteile des Reaktionskreislaufs und besonders des Messkreislaufs gekapselt sind, sind sehr geringe Leckraten zu verzeichnen, wodurch sehr geringe Konzentrationen, z.B. zwischen 20 und 0% Sauerstoff gemessen werden können.

Durch Einbringen von kompletten Verpackungen und Getränkeflaschen, die OSI-Materialien enthalten, können diese komplett charakterisiert werden. In vorteilhafter Weise ist der Messkreislauf gleichfalls ein geschlossener Kreislauf und Reaktionskreislauf und Messkreislauf über eine in den jeweiligen Kreislauf schaltbare Probeschleife miteinander verbunden. Dadurch kann in einfacher Weise ein definierter Volumenanteil vom Reaktionskreislauf in den Messkreislauf überführt werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem ersten Verfahrenszustand,

Fig. 2 die Vorrichtung entsprechend Fig. 1 in einem zweiten Verfahrenszustand,

Fig. 3 die Vorrichtung entsprechend Fig. 1 und Fig. 2 in einem dritten Verfahrenszustand, und

Fig. 4 eine Kennlinie der Sauerstoffaufnahme eines O<sub>2</sub>-Scavengers in Abhängigkeit von der Zeit, die zur Charakterisierung des Materials dient.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Charakterisierung von OSI-Materialien ist in den Fign. 1 bis 3 schematisch dargestellt, wobei die unterschiedlichen Figuren unterschiedliche Verfahrensfließzustände repräsentieren. Die Vorrichtung besteht aus einem Reaktionskreis 1 und einem Messkreis 2. Ein erster Umschaltzweig 3 und ein zweiter Umschaltzweig, der als Probeschleife 4 bezeichnet wird, ist jeweils zwischen dem Reaktionskreis 1 und dem Messkreis 2 umschaltbar.

Der Reaktionskreislauf 1 bildet einen geschlossenen Reaktionskreislauf und setzt sich aus einer Pumpe 5, einer transparenten bzw. für ausgewählte Wellenlängenbereiche durchlässige Messzelle 6 der Probeschleife 4 bzw. dem Umschaltkreis 3, einem 6-Wegeventil 7, das als simuliertes 6-Wegeventil dargestellt ist (Ersatzschaltbild aus zwei 4-Wegeventilen und Umschaltzweig) und zwischen der Probeschleife 4 und dem Umschaltzweig 3 umschaltet, und einem 4-Wegeventil zusammen.

Der Messkreis 2 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel gleichfalls als geschlossener Kreislauf ausgebildet, in anderen Ausführungsformen ist es denkbar, dass der Messkreis ein offener Kreis oder Zweig ist. Der Messkreis weist ein 4-Wegeventil 9 zur Abfuhr, Zufuhr und zum Durchschalten eines Gasstroms, eine



Pumpe 10, eine sauerstoffsensitive Sensoranordnung 11, die beispielsweise einen Mocon-Sensor oder einen Coulox-Sensor aufweisen kann, die auf einem elektrochemischen Prinzip beruhen (der Mocon-Sensor baut beim Kontakt mit Sauerstoff durch elektrochemische Vorgänge eine Potentialdifferenz auf, wobei diese physikalische Größe mit der Sauerstoffkonzentration korreliert wird), eine Auswerteeinheit 12, die mit der Sensoranordnung 11 in Verbindung steht und z.B. einen Integrator enthalten kann, und eine Befeuchtungseinheit 13 auf. Wie schon oben erwähnt, ist das 6-Wegeventil 7, das zwischen Probeschleife 4 und Umschaltzweig 3 umschaltbar ist, auch Bestandteil des Messkreises 2.

Das 4-Wegeventil 8 des Reaktionskreises 1 dient gleichfalls zur Zufuhr, Abfuhr und Durchschalten eines Gasstroms, wobei eine Zufuhrleitung 14 mit einer externen Befeuchtungseinheit 15 verbunden ist.

Die dargestellte Vorrichtung bzw. das analytische Gerät ermöglicht eine Charakterisierung von reinen OSI-Materialien (z.B. Substanzen in Pulverform), aber auch von OSI-Materialien, die in unterschiedliche Matrices, z.B. Polymere, eingearbeitet sind. Die Ausbildung der Matrices kann in Form der eigentlichen Verpackungen (z.B. Folien in Mono- oder Multilayer-Aufbauten) und Getränkeflaschen realisiert sein.

Das zu charakterisierende OSI-Material, das in dem im Folgenden beschriebenen Beispiel ein O<sub>2</sub>-Scavenger sein soll, wird in die Messzelle 6 eingebracht. Anschließend wird der gesamte Reaktionskreis mit einem O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>-Gasstrom, der beispielsweise 20% Sauerstoff und 80% Stickstoff enthalten kann und der über das 4-Wegeventil 8 zugeführt wird, gespült. Dies bedeutet,

dass der zugeführte definierte Gasstrom, von der Pumpe 5 gefördert, durch die Messzelle 6 die Probe-  
schleife 4, die über das 6-Wegeventil in den Reaktionskreislauf geschaltet ist, hindurchströmt und über  
das 4-Wegeventil 8 abgeführt wird, bis der gesamte  
Reaktionskreislauf neben dem definierten Gasstrom  
kein Fremdgas mehr enthält. Dies in Fig. 1 dargestellt, wobei die "hellen" Pfeile das abzuführende  
Fremdgas darstellen. Gegebenenfalls kann bei ausgeschalteter Pumpe der definierte Gasstrom durch den  
Überdruck der Gasflasche zugeführt werden, wobei die  
Durchflussgeschwindigkeit durch einen Durchflussmesser eingestellt wird.

Wenn es sich bei dem in der Messzelle 6 aufgenommenen O<sub>2</sub>-Scavenger um einen Feuchte-initialisierenden O<sub>2</sub>-Scavenger handelt, so wird der über das 4-Wegeventil 8 zugeführte definierte Gasstrom vorher durch die externe Befeuchtungseinheit 15 geleitet und mit der nötigen relativen Feuchte beaufschlagt, um den in der Messzelle 6 enthaltenen O<sub>2</sub>-Scavenger zu initialisieren.

Im Fall eines UV-initialisierenden O<sub>2</sub>-Scavengers muss die Messzelle 6 zumindest für die UV-Strahlung durchlässig sein, und ihr ist eine nicht dargestellte UV-Strahlungsquelle zugeordnet, die den Scavenger bestrahlt und somit initialisiert.

Nachdem der Reaktionskreis 1 ausreichend gespült wurde, wird das 4-Wegeventil 8 umgeschaltet und die zu diesem Zeitpunkt eingebrachte Gasmenge wird mit Hilfe der Pumpe 5 im Reaktionskreislauf umgewälzt. Dies ist in Fig. 2 zu erkennen.

Dem Messkreis 2 wird über das 4-Wegeventil 9 ein

Stickstoff-Gasstrom, vorzugsweise 100% Stickstoff, zugeführt und durch die Pumpe 10 weitergeleitet, wobei das 6-Wegeventil 7 den Umschaltzweig 3 in den Messkreis 2 schaltet. Fremdgas wird aus dem Messkreis 2 über das 4-Wegeventil 9 herausgeführt, wie durch die weißen Pfeile angedeutet wird. Wenn das Fremdgas vollständig abgeführt ist, wird das 4-Wegeventil 9 umgeschaltet, derart, dass die eingebrachte Gasmenge mit Hilfe der Pumpe 10 im Messkreislauf umgewälzt wird. Dies ist in Fig. 2 dargestellt. Die Befeuchtungseinheit 13 hat ausschließlich die Aufgabe, den sauerstoffsensitiven Sensor der Sensoranordnung 11 zu befeuchten.

Aufgrund der O<sub>2</sub>-Sorption des in der Messzelle 6 aufgenommenen O<sub>2</sub>-Scavenger-Materials ändert sich im Reaktionskreis der Sauerstoffgehalt des umgewälzten Gases. Zur Bestimmung der Sauerstoff-Konzentration wird in bestimmten Zeitabständen, z.B. in Intervallen von 24 Stunden, die Probeschleife 4 über das 6-Wegeventil 7 vom Reaktionskreis 1 in den Messkreis geschaltet. Dies ist in Fig. 3 dargestellt. Durch das Umschalten des 6-Wegeventils wird ein definierter Volumenteil vom Reaktionskreislauf 1 in den Messkreislauf 2 überführt und der in dem definierten Volumenteil enthaltene Sauerstoff wird mit Hilfe der Sensoranordnung 11 detektiert. Die Auswerteeinheit 12, die einen Integrator enthält, bestimmt dann die Sauerstoff-Konzentration des Reaktionskreises unter Heranziehung der im Reaktionskreis 1 und im Messkreis 2 enthaltenen Gasmengen. Der aliquote Volumenteil, der vom Reaktionskreis 1 in den Messkreis 2 überführt wird, führt bei dem Sensor 11 zu einem Signal (Flächensignal). Dies entspricht einer gewissen Sauerstoffkonzentration im Reaktionskreis. Dies bedeutet, dass jedem Sensorsignal eine bestimmte Sauerstoffkonzentra-

tion im Kreislauf zugeordnet ist.

Die Charakterisierung des Materials des in diesem Ausführungsbeispiel verwendeten O<sub>2</sub>-Scavengers basiert auf der Ermittlung der Kapazität und der Kinetik. Das bedeutet, dass die Auswerteeinheit beispielsweise unter Heranziehung der Menge des in der Messzelle 6 aufgenommenen O<sub>2</sub>-Scavengers dessen Sauerstoffaufnahme über die Zeit bestimmt. Eine solche Kennlinie ist in Fig. 4 dargestellt, bei der die Ordinate den Sauerstoffabnahme bezogen auf die Masse des Scavengers zeigt, und die Abszisse die Zeit in Tagen darstellt. Als Kapazität wird üblicherweise der am Ende der Messreihe vorhandene bezogene Sauerstoff-Abbauwert bezeichnet und die Kinetik wird vereinfacht durch die Steigung der Kennlinie ausgedrückt.

Für die Charakterisierung eines O<sub>2</sub>-Indikators wird in entsprechender Weise vorgegangen. Der O<sub>2</sub>-Indikator wird in die Messzelle 6 eingebracht und jeweils der gesamte Reaktionskreislauf über das 4-Wegeventil 8 mit einem definierten O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>-Gasstrom gespült. Je nach Art der Initialisierung wird entweder der Indikator über den mit Feuchte beaufschlagten Gasstrom oder über eine UV-Strahlung über die UV durchlässige Messzelle 6 initialisiert. Im Anschluss daran wird die eingebrachte Gasmenge mit Hilfe der Pumpe 5 im Reaktionskreislauf 1 umgewälzt.

Der Messkreislauf 2 wird, wie oben beschrieben, über das 4-Wegeventil 9 mit einem N<sub>2</sub>-Gasstrom gespült. Im Anschluss wird die eingebrachte Gasmenge mit Hilfe der Pumpe 10 im Messkreislauf umgewälzt (siehe Fig. 2). Zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration im Reaktionskreislauf 1 wird in bestimmten Zeitintervallen, z.B. 24 Stunden, die Probeschleife 4 über das 6-

Wegeventil 7 vom Reaktionskreis 1 in den Messkreis 2 geschaltet (Fig. 3). Durch diese Überführung eines aliquoten bzw. definierten Volumenteils vom Reaktionskreis 1 in den Messkreis 2 wird die jeweilige, zu dem Zeitpunkt vorhandene O<sub>2</sub>-Konzentration des Reaktionskreislaufs mit Hilfe des sauerstoffsensitiven Sensors 11 und der Auswerteeinheit 12 detektiert und bestimmt.

Zu den Zeitpunkten, in denen der Sauerstoffgehalt gemessen wird, wird die Farbe bzw. die Farbänderung des O<sub>2</sub>-Indikatormaterials in der Messzelle festgestellt bzw. gemessen. Beispielsweise kann der Messzelle ein Farbmessgerät oder ein Fotometer oder dergleichen zugeordnet werden, das auf die transparente Messzelle aufgesetzt wird. Eine weitere Möglichkeit ist ein Farbabgleich mit einer Farbskala.

Für eine Charakterisierung des O<sub>2</sub>-Indikators wird die Farbänderung des Indikators über die Sauerstoffkonzentrations-Zeitspanne bzw. Sauerstoff(Konzentrations)-Schwellenwert verwendet. Dazu ermittelt die Auswerteeinheit das Integral der O<sub>2</sub>-Konzentration über die Zeit. Der Indikator ändert beispielsweise seine Farbe von farblos nach grün, wenn er eine gewisse Menge Sauerstoff erfasst hat (z.B. 0,5 Std. 21% O<sub>2</sub> oder 1 Std. 10% O<sub>2</sub>).

Selbstverständlich kann in entsprechender Weise eine Charakterisierung eines O<sub>2</sub>-Scavenger/Indikatorsystems vorgenommen werden, wobei Scavenger und Indikator gemischt oder getrennt in die Messzelle 6 eingelassen werden können. Zusätzlich zu den schon angegebenen Charakterisierungsgrößen besteht die Möglichkeit, eine Farbänderung des O<sub>2</sub>-Indikators in Abhängigkeit zur Restkapazität des O<sub>2</sub>-Scavengers zu ermitteln.

Der O<sub>2</sub>-Scavenger sorbiert Sauerstoff. Seine absolute Kapazität beträgt 60 cm<sup>3</sup>/g<sub>scav.</sub> (siehe Fig. 4). Bei einer erreichten Kapazität von beispielsweise 45 cm<sup>3</sup>/g<sub>scav.</sub> ändert der Indikator seine Farbe von farblos nach grün und signalisiert dem Anwender, dass der O<sub>2</sub>-Scavenger noch eine Restkapazität von 15 cm<sup>3</sup>/g<sub>scav.</sub> besitzt.

Bei der Charakterisierung von Lebensmittelverpackungen bzw. Getränkeflaschen, die meist aus mehreren polymeren Schichten (Multilayer-Aufbau) bestehen und eine der Schichten das OSI-Material beinhaltet, kann die Verpackung den Platz der Messzelle einnehmen (Verpackung ist ein geschlossenes Kompartiment). Dies bedeutet, dass von der Messzelle der Deckel entfernt wird und die Verpackung mit den Zu- und Abströmöffnungen der Messzelle über Leitungen verbunden wird. In diesem Fall ist also die Verpackung die Messzelle. Diese Charakterisierung ist besonders realistisch, da der von der Umgebung in die Verpackung eintretende Sauerstoff ebenfalls detektiert wird.

Mit Vorrichtung kann auch der Triggermechanismus von OSI-Materialien bestimmt werden. Dies betrifft ein kombiniertes O<sub>2</sub>-Scavenger/Indikator-System (OSI), ein O<sub>2</sub>-Scavengersystem (OS) und ein O<sub>2</sub>-Indikatorsystem (OI). Bei einem feuchtegetriggerten System wird über die Befeuchtungseinheit sukzessive die relative Feuchte in dem Gasstrom erhöht. Hierdurch wird diejenige relative Feuchte, ab welcher das System aktiviert wird, ermittelt. Bei einem OS- bzw. OSI-System zeigt sich die Aktivierung durch die Abnahme der O<sub>2</sub>-Konzentration. Bei einem OI- bzw. OSI-System zeigt sich die Aktivierung durch die Farbänderung des Systems. Bei einem UV-getriggerten System wird die In-

tensität der Strahlung bzw. der Wellenlängenbereich sukzessive erhöht. Die weitere Vorgehensweise ist mit dem feuchtegetriggerten System identisch.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Charakterisierung von OSI-Materialien, bei dem das Material in eine Messzelle eingebracht wird und einem Sauerstoff enthaltenden Gasgemisch ausgesetzt wird und nach einer bestimmten Zeit oder in bestimmten Zeitintervallen ein definierter Volumenteil des Gasgemischs hinsichtlich seiner Sauerstoffkonzentration in einem Messkreis gemessen wird, die zusammen mit der Zeitkomponente eine Charakterisierung für das OSI-Material darstellt, dadurch gekennzeichnet, dass das OSI-Material in der Messzelle dem in einem geschlossenen Reaktionskreislauf umgewälzten Gasgemisch ausgesetzt wird und der definierte Volumenteil in einen Gas enthaltenden Messkreislauf zur Messung der Sauerstoffkonzentration überführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als OSI-Materialien  $O_2$ -Scavenger und/oder  $O_2$ -Indikatoren verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Charakterisierung des Materials in der Messzelle, insbesondere eines  $O_2$ -Scavengers der Sauerstoffabbau im Gasstrom in Abhängigkeit von der Masse des Materials als Kapazitätsgröße und/oder die zeitliche Änderung des Sauerstoffabbaus als kinetische Größe gemessen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Charakterisierung des Materials in der Messzelle, insbesondere ei-



nes O<sub>2</sub>-Indikators, die Farbe und/oder eine Farbänderung des Materials in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration gemessen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbe und/oder die Farbänderung und/oder die Farbänderung in Abhängigkeit von dem Integral der Sauerstoffkonzentration x Zeit gemessen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei O<sub>2</sub>-Scavenger/O<sub>2</sub>-Indikatorsystemen die Farbänderung des O<sub>2</sub>-Indikators in Abhängigkeit zur Restkapazität des O<sub>2</sub>-Scavengers bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Initialisierung des OSI-Materials der Gasstrom in den Reaktionskreislauf mit Feuchte beaufschlagt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Initialisierung des OSI-Materials dieses in der Messzelle mit UV-Strahlung beaufschlagt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Initialisierungspunkt bzw. -bereich des OSI-Materials abhängig von der relativen Feuchte oder der Intensität und/oder des Wellenlängenbereichs der Strahlung bestimmt wird.
10. Vorrichtung zur Charakterisierung von OSI-Materialien mit einem geschlossenen Reaktionskreis und einem Messkreis, wobei der Reaktionskreis (1) eine Vorrichtung zur Zufuhr eines Sauerstoff enthaltenden Gasstroms, eine Pumpe (5)

zur Förderung des Gasstroms, und eine Messzelle (6) zur Aufnahme des OSI-Materials aufweist, und der Messkreis (2) eine Sensoranordnung (11) zur Erfassung von Sauerstoff und eine Auswerteeinheit (12) umfasst, wobei ein Teil des im Reaktionskreis umgewälzten Gasstroms mit definiertem Volumen in den Messkreis überführbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Messkreis ein geschlossener Messkreis ist und eine Vorrichtung (9) zur Zufuhr eines Gasstroms, eine Pumpe (10) zur Förderung des Gasstroms umfasst, wobei ein Teil (4) des Reaktionskreises (1) mit dem definierten Volumen über Ventile (7) in den Messkreis (2) umschaltbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Messkreis (2) einen Umschaltzweig (3) aufweist, der über die Ventile (7) in dem Reaktionskreis (1) schaltbar ist, wenn der Teil des Reaktionskreises (1) mit definiertem Volumen in den Messkreislauf geschaltet wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoranordnung (11) mindestens einen sauerstoffsensitiven Sensor und die Auswerteeinheit (12) einen Integrator enthält.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (8) zur Zufuhr des Sauerstoff enthaltenden Gasstroms in dem Reaktionskreis (1) mit einer Befeuchtungseinheit (15) verbunden ist, die den Gasstrom mit einer für die Initialisierung des Ma-

terials in der Messzelle (6) notwendigen Be-  
feuchtung beaufschlagt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Messzelle (6)  
für vorgebbare Wellenlängenbereiche durchlässig  
ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass der Messzelle (6) eine UV-  
Strahlungsquelle zugeordnet ist, die das Materi-  
al zu dessen Initialisierung bestrahlt.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Messzelle eine  
Vorrichtung zur Messung der Farbe und/oder der  
Farbänderung des Materials zugeordnet ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktionskreis  
eine dem definierten Volumenteil beinhaltende  
Probeschleife (4) aufweist, die über Mehrwegven-  
tile (7) in den Messkreis (2) schaltbar ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile des  
Reaktionskreises (1) und des Messkreises (2) ge-  
kapselt sind.

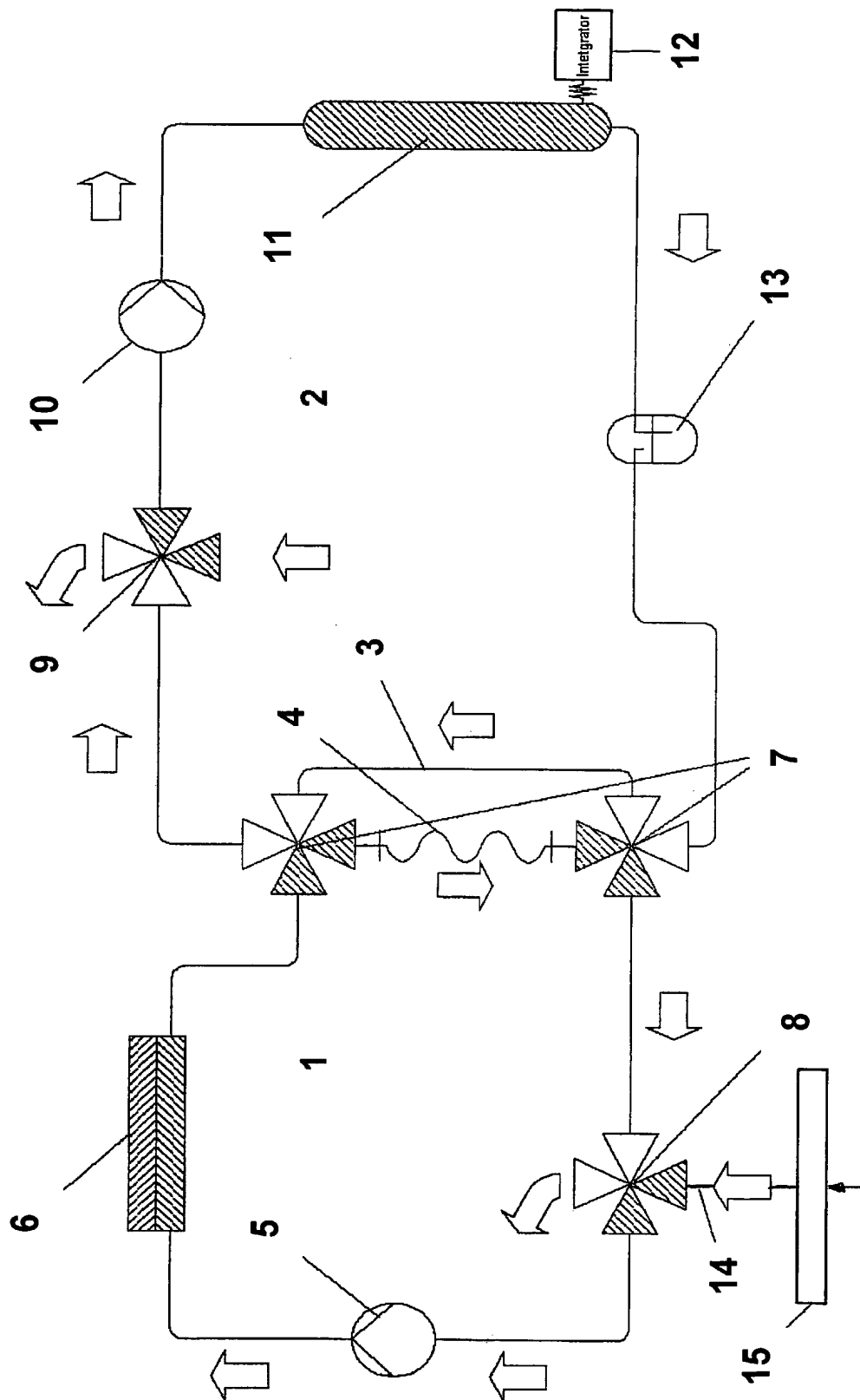


Fig. 1

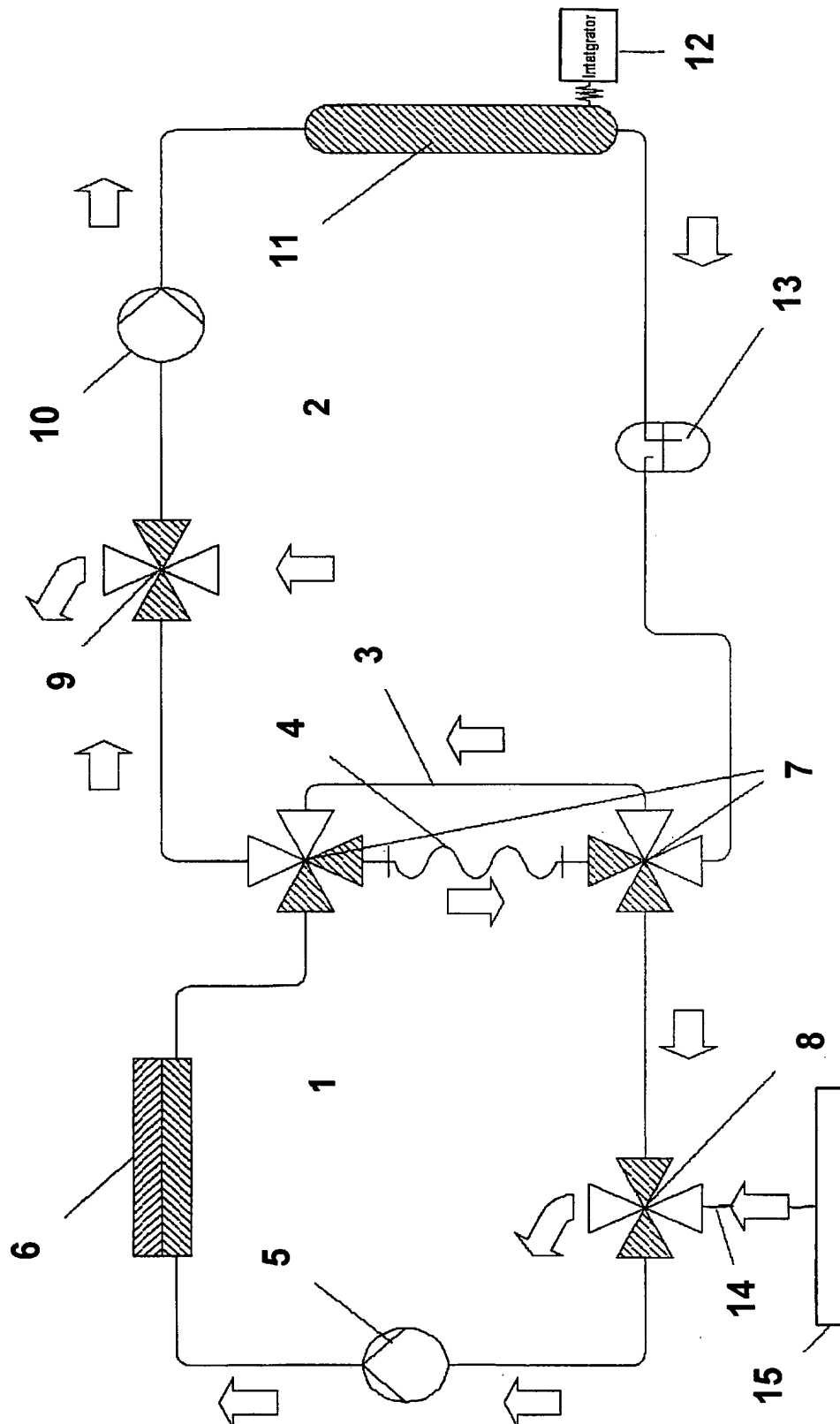


Fig. 2

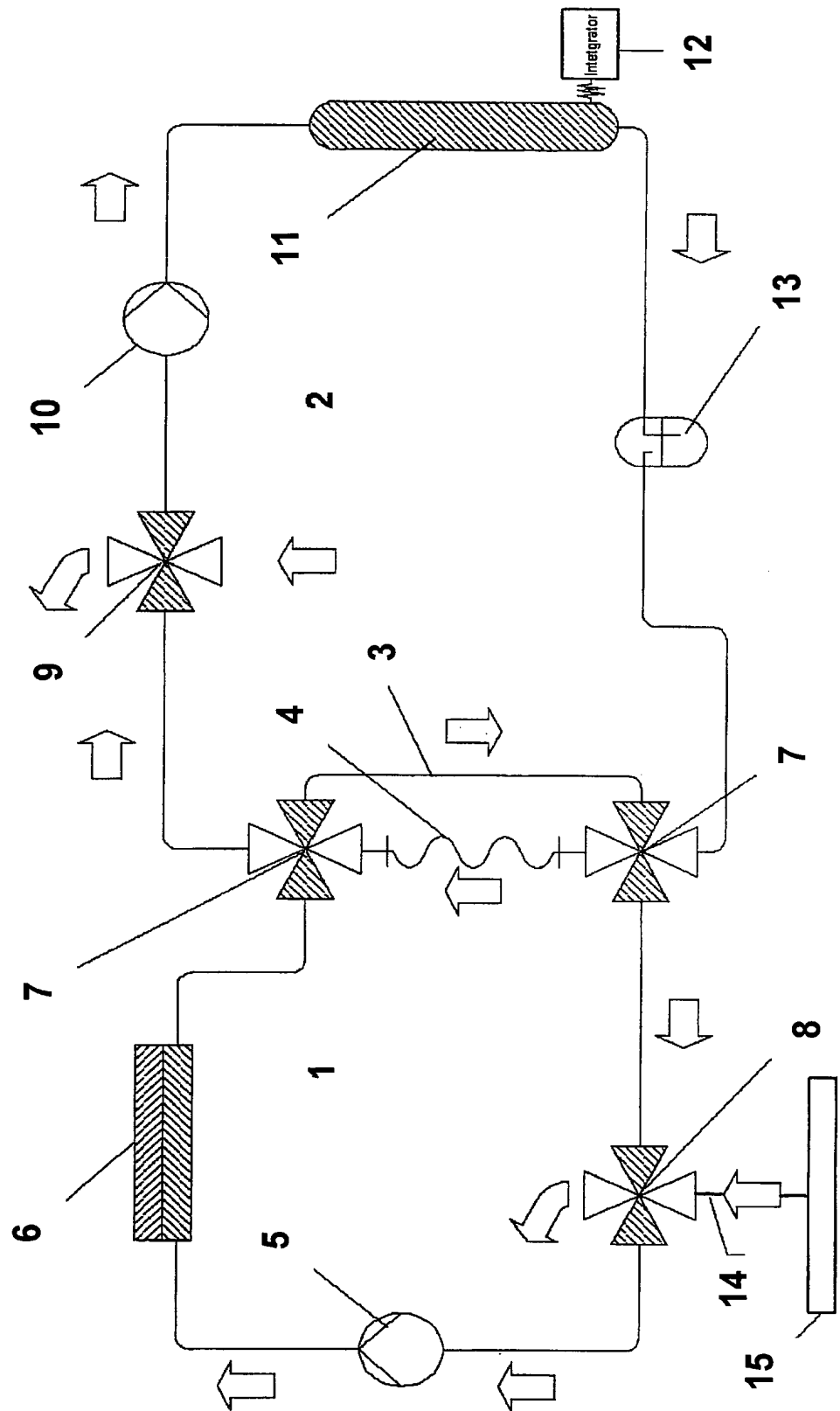


Fig. 3

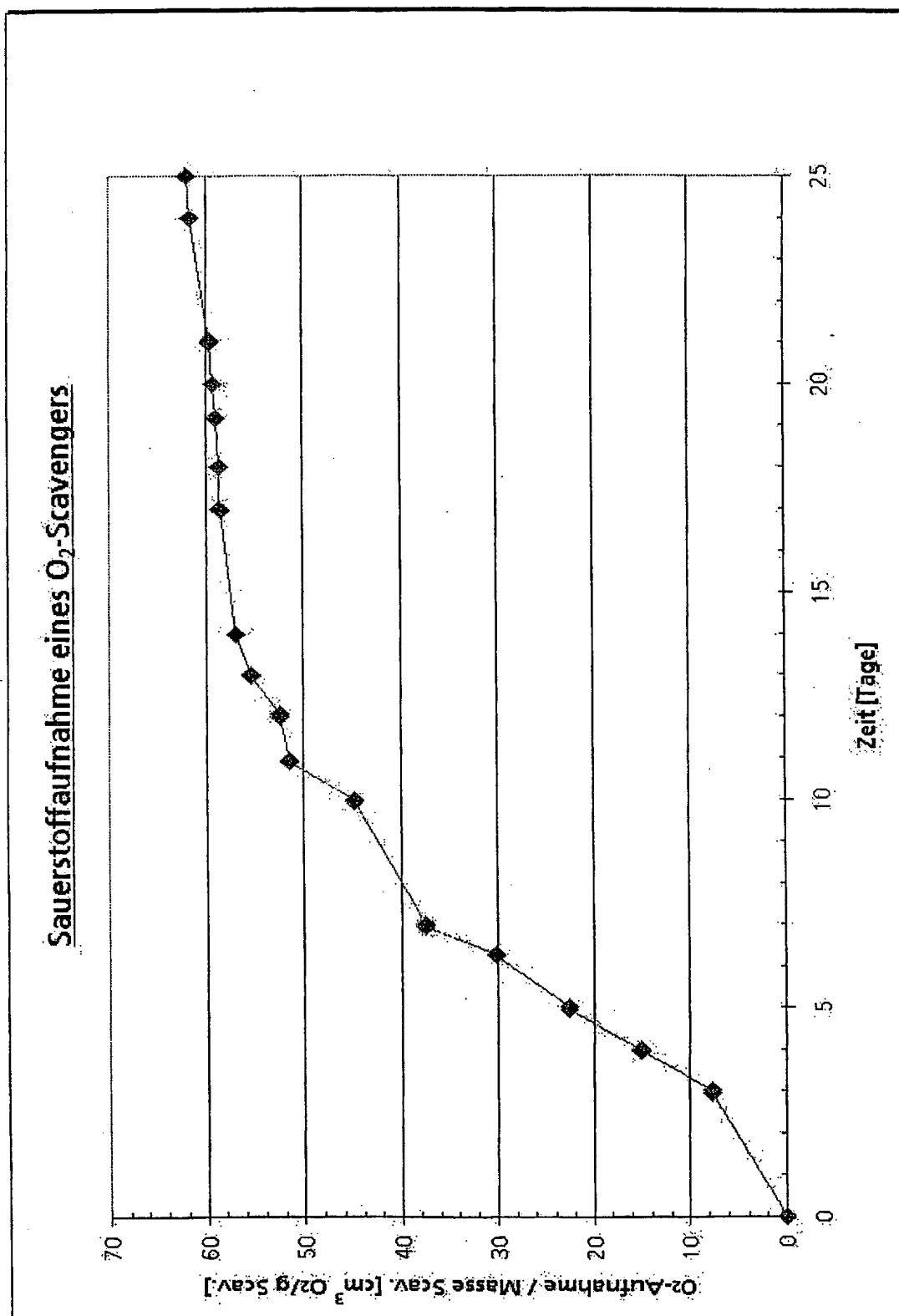


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/001099

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01N33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, FSTA, MEDLINE, BIOSIS, EMBASE

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	RIEBLINGER K: "Qualitätsvorteile. Sauerstoffzehrende Verpackungen gegen unerwünschte Oxidationsreaktionen" LEBENSMITTELTECHNIK, vol. 35, no. 5, 2003, pages 66-67, XP009050469 ISSN: 0047-4290 abstract; figures 2,4,5 page 66, column 4, lines 15-21 page 67, column 1, lines 1-3 page 67, column 1, lines 27-37 page 67, column 2, lines 8-11 page 67, column 3, lines 1,2 page 67, column 4, lines 15-17	1-3,7,8, 10, 13-16,19
Y	----- -/--	4-6,9, 11,12, 17,18

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2005

Date of mailing of the international search report

27/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hanisch, C



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP2005/001099

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/082321 A1 (KENNEDY THOMAS D ET AL) 1 May 2003 (2003-05-01) abstract; figures 1-3,15-17 paragraphs '0010!', '0095!', '0096! -----	1-3,6, 10,17
Y	US 5 358 876 A (INOUE ET AL) 25 October 1994 (1994-10-25) abstract; tables 3,6 column 3, lines 35-38 column 7, lines 42-48 column 10, line 60 - column 11, line 2 column 14, lines 24-27 -----	4-6,9,17
Y	US 6 455 620 B1 (CYR MICHAEL JOHN ET AL) 24 September 2002 (2002-09-24) column 12, lines 31-36 -----	11,12,18
Y	US 4 947 339 A (CZEKAJEWSKI ET AL) 7 August 1990 (1990-08-07) abstract; figure 1 -----	11,12,18
A	DE 195 28 400 C1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.,) 24 October 1996 (1996-10-24) abstract; claims 4,13 column 2, line 65 - column 3, line 4 -----	1-19

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/001099

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003082321	A1	01-05-2003	CA 2449786 A1	12-12-2002
			EP 1393064 A1	03-03-2004
			JP 2004535571 T	25-11-2004
			MX PA03011228 A	26-02-2004
			NZ 529825 A	19-12-2003
			WO 02099416 A1	12-12-2002
			US 2004086749 A1	06-05-2004
-----				
US 5358876	A	25-10-1994	DE 69222376 D1	30-10-1997
			DE 69222376 T2	19-02-1998
			EP 0524021 A2	20-01-1993
			JP 3230608 B2	19-11-2001
			JP 5209871 A	20-08-1993
			KR 217009 B1	01-09-1999
-----				
US 6455620	B1	24-09-2002	AU 776210 B2	02-09-2004
			AU 6530400 A	05-03-2001
			BR 0013129 A	23-04-2002
			EP 1212372 A1	12-06-2002
			MX PA02001408 A	30-07-2002
			WO 0110947 A1	15-02-2001
-----				
US 4947339	A	07-08-1990	DE 68918675 D1	10-11-1994
			DE 68918675 T2	18-05-1995
			EP 0372429 A2	13-06-1990
			JP 2117492 C	06-12-1996
			JP 3115840 A	16-05-1991
			JP 8012193 B	07-02-1996
-----				
DE 19528400	C1	24-10-1996	NONE	
-----				

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 G01N33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, FSTA, MEDLINE, BIOSIS, EMBASE

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	RIEBLINGER K: "Qualitätsvorteile. Sauerstoffzehrende Verpackungen gegen unerwünschte Oxidationsreaktionen" LEBENSMITTELTECHNIK, Bd. 35, Nr. 5, 2003, Seiten 66-67, XP009050469 ISSN: 0047-4290 Zusammenfassung; Abbildungen 2,4,5 Seite 66, Spalte 4, Zeilen 15-21 Seite 67, Spalte 1, Zeilen 1-3 Seite 67, Spalte 1, Zeilen 27-37 Seite 67, Spalte 2, Zeilen 8-11 Seite 67, Spalte 3, Zeilen 1,2 Seite 67, Spalte 4, Zeilen 15-17	1-3,7,8, 10, 13-16,19
Y	----- -/--	4-6,9, 11,12, 17,18



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juli 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/07/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hanisch, C

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2003/082321 A1 (KENNEDY THOMAS D ET AL) 1. Mai 2003 (2003-05-01) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3,15-17 Absätze '0010!', '0095!', '0096!' -----	1-3,6, 10,17
Y	US 5 358 876 A (INOUE ET AL) 25. Oktober 1994 (1994-10-25) Zusammenfassung; Tabellen 3,6 Spalte 3, Zeilen 35-38 Spalte 7, Zeilen 42-48 Spalte 10, Zeile 60 - Spalte 11, Zeile 2 Spalte 14, Zeilen 24-27 -----	4-6,9,17
Y	US 6 455 620 B1 (CYR MICHAEL JOHN ET AL) 24. September 2002 (2002-09-24) Spalte 12, Zeilen 31-36 -----	11,12,18
Y	US 4 947 339 A (CZEKAJEWSKI ET AL) 7. August 1990 (1990-08-07) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	11,12,18
A	DE 195 28 400 C1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 24. Oktober 1996 (1996-10-24) Zusammenfassung; Ansprüche 4,13 Spalte 2, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 4 -----	1-19

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001099

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003082321 A1	01-05-2003	CA 2449786 A1	12-12-2002
		EP 1393064 A1	03-03-2004
		JP 2004535571 T	25-11-2004
		MX PA03011228 A	26-02-2004
		NZ 529825 A	19-12-2003
		WO 02099416 A1	12-12-2002
		US 2004086749 A1	06-05-2004
US 5358876 A	25-10-1994	DE 69222376 D1	30-10-1997
		DE 69222376 T2	19-02-1998
		EP 0524021 A2	20-01-1993
		JP 3230608 B2	19-11-2001
		JP 5209871 A	20-08-1993
		KR 217009 B1	01-09-1999
US 6455620 B1	24-09-2002	AU 776210 B2	02-09-2004
		AU 6530400 A	05-03-2001
		BR 0013129 A	23-04-2002
		EP 1212372 A1	12-06-2002
		MX PA02001408 A	30-07-2002
		WO 0110947 A1	15-02-2001
US 4947339 A	07-08-1990	DE 68918675 D1	10-11-1994
		DE 68918675 T2	18-05-1995
		EP 0372429 A2	13-06-1990
		JP 2117492 C	06-12-1996
		JP 3115840 A	16-05-1991
		JP 8012193 B	07-02-1996
DE 19528400 C1	24-10-1996	KEINE	